
Vorrichtung und Verfahren zum digitalen Belichten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum digitalen Belichten von lichtempfindlichen Materialien. Die Vorrichtung besitzt einen elektronischen Bildspeicher zum Speichern einer Bildvorlage, eine Belichtungseinheit, die
5 vorzugsweise eine Lichtquelle, einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator zur Darstellung eines Teilbildes der Bildvorlage und eine Abbildungsoptik zur Projektion des Teilbildes auf das lichtempfindliche Material das lichtempfindliche Material umfasst, eine z.B. aus Servomotoren und einer Motorsteuerung bestehende Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit parallel zur
10 Oberfläche des lichtempfindlichen Materials des lichtempfindlichen Materials, eine Scrolleinrichtung zum Scrollen eines Bildstreifens der Bildvorlage durch den Lichtmodulator und eine Steuervorrichtung zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung mit der Scrolleinrichtung.

Eine derartige Belichtungsvorrichtung ist beispielsweise aus der WO 01/21413 A1
15 bekannt. Als Lichtmodulator kommt beispielsweise ein durchstrahlter LCD-Bildschirm oder eine reflektierende Mikrospiegelanordnung, auch als DMD oder Digital Mirror Device bekannt, in Frage. Gegenüber einem Belichtungsverfahren, bei dem etwa briefmarkengroße Teilbilder mit zum Belichtungszeitpunkt stillstehender Belichtungseinheit belichtet werden und die Belichtungseinheit
20 zwischen zwei Belichtungen zur nächsten Belichtungsposition verschoben wird (Step-and-Repeat-Verfahren), hat das Scrollen den Vorteil, dass die Belichtung nicht für die zwischenzeitlich zu erfolgenden Positioniervorgänge unterbrochen werden muss.

In der Praxis ist das Verhältnis der Positionierzeit zur Belichtungszeit etwa 1 : 1.
25 Wenn das Scrollingverfahren fast alle Positioniervorgänge einspart, kann dadurch die Bearbeitungszeit für die Fertigstellung des Belichtungsvorgangs um etwa 50 Prozent reduziert werden. Wenn beispielsweise die zu belichtende Material Fläche in $100 \times 100 = 10.000$ Teilbilder unterteilt und diese im Step-and-Repeat-Verfahren belichtet werden, benötigt man 10.000 Positioniervorgänge. Beim

BESTÄTIGUNGSKOPIE

kontinuierlichen, streifenweisen Belichten des lichtempfindlichen Materials sind nur 100 Positioniervorgänge für die 100 Streifen erforderlich, so dass 9.900 Positioniervorgänge und somit 99 Prozent der Positionierzeit eingespart werden. Diese entsprechen in etwa 50 Prozent der Bearbeitungszeit, so dass sich der

5 Durchsatz eines Belichtungsgerätes bei Verwendung des Scrollingverfahrens verdoppeln lässt.

Bei der Verwendung des Scrollingverfahrens tritt allerdings das Problem auf, dass der Lichtmodulator, also der LCD-Bildschirm oder der DMD-Chip selbst keine Schieberegisterfunktionen zur Verfügung stellen. Deshalb müssen die Bilddaten

10 für das gesamte Teilbild immer dann komplett zum Lichtmodulator übertragen werden, wenn sich das Teilbild beim Scrolling nur um eine einzige Bildzeile verschiebt. Das gesamte Teilbild besteht aber typischerweise zum Beispiel aus 1.000 Zeilen mal 1.000 Spalten, so dass sich insgesamt mindestens 1.000.000

15 Pixel oder mehr ergeben. Bei der Verschiebung um eine Zeile muss die gesamte Bildinformation für alle Pixel übertragen werden. Ein schnelles Scrollen erfordert die Übertragung der gesamten Teilbildinformation mehrere tausend Mal pro Sekunde zu wiederholen. Daraus ergeben sich enorme Datenflüsse, die im Falle des DMD technisch bis zu 7,6 Gbit/s betragen können. Die übliche Ansteuerung des Lichtmodulators mittels eines Computer ist durch diese Datenflüsse

20 überfordert. Auch die Verarbeitung der genauen Position der Belichtungseinheit und die Synchronisation mit den Bilddaten erfordert einen hochauflösenden Echtzeitzugriff auf die momentanen Positionsdaten, was mit einem PC selbst mit Echtzeitbetriebssystem nicht zu realisieren ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Belichtungsvorrichtung der eingangs genannten

25 Art anzugeben, mit der eine Belichtung im schnellen Scrolling-Modus möglich ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass ein schneller Zwischenspeicher zum Speichern eines streifenförmigen Bereichs der Bildvorlage vorgesehen ist, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit auf den Lichtmodulator übertragbar sind. Der

besondere hardwaremäßige Zwischenspeicher ist für einen besonders schnellen Zugriff geeignet. Er braucht nicht die gesamte Bildvorlage aufzunehmen, sondern lediglich einen streifenförmigen Bereich der Bildvorlage, aus dem wiederum die Bilddaten abrufbar sind, die gerade vom Lichtmodulator für die Belichtung benötigt werden. Dabei wird der Zwischenspeicher über eine geeignete Synchronisierungseinrichtung mit der Bewegung der Belichtungseinheit synchronisiert. Dies ermöglicht eine schnelle synchrone Bilddatenübertragung auf den Lichtmodulator ohne direkte Beteiligung eines Computers, der die genaue Synchronisation in Echtzeit nicht gewährleisten könnte.

- 10 Da die Bildinformation von zwei sich nur um eine Zeile unterscheidende Teilbilder sehr redundant ist, tritt die hohe Datenrate nur bei der Übertragung zwischen dem Zwischenspeicher und dem Lichtmodulator auf, denn die in einem Bildstreifen enthaltene Gesamtinformation wird beispielsweise tausendfach an den Lichtmodulator übertragen, wenn dieser 1.000 Zeilen aufweist. Die Auffrischung der im Zwischenspeicher gespeicherten Bildinformationen eines gesamten Bildstreifens kann daher ohne Probleme von einem Computer aus erfolgen, da der hierfür erforderliche Datenfluss etwa um den Faktor 1.000 geringer ausfällt.

Vorzugsweise ist der Zwischenspeicher in der Belichtungseinheit angeordnet. Auf diese Weise können die Datenleitungen zwischen dem Zwischenspeicher und dem Lichtmodulator kurz gehalten werden. Dies reduziert nicht nur die Materialkosten, sondern auch die Störungsempfindlichkeit.

Die Gesamtbearbeitungszeit für die Belichtung einer ganzen Druckplatte kann noch reduziert werden, wenn die Übertragung des nächsten Bildstreifens zeitgleich mit der Belichtung des aktuellen Bildstreifens erfolgen kann. Dies kann vorzugsweise dadurch gelöst werden, dass der Zwischenspeicher zwei Teilspeicher für die Speicherung von zwei Streifen der Bildvorlage umfasst und während der Übertragung der Daten aus einem ersten Teilspeicher zum Lichtmodulator für die Belichtung eines ersten Streifens die Daten für die Belichtung des nächsten Streifens der Bildvorlage vom Computer zum zweiten

Teilspeicher übertragbar sind. Dann trägt die Zeit zur Übertragung der Daten vom Bildspeicher des Computers zum Zwischenspeicher der Belichtungseinheit nicht zur Gesamtbearbeitungszeit bei.

5 In eine bevorzugten Ausführungsform besteht die Steuervorrichtung aus einem Computer mit einem Steuerprogramm, wobei auch der Bildspeicher im Computer untergebracht ist. Auf diese Weise können die nicht besonders zeitkritischen Komponenten der Belichtungsvorrichtung durch einen kostengünstig zu beschaffenden Computer dargestellt werden.

10 In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuerprogramm einen Belichtungsdatenmanager, einen Bilddatenmanager und einen Positionsdatenmanager umfasst, wobei die Bilddaten des Bildspeichers durch den Belichtungsdatenmanager in für die streifenweise Belichtung geeignete Datenpakete aufgeteilt und an den Bilddatenmanager übergeben werden, wobei
15 der Belichtungsdatenmanager Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten für die Motorsteuerung erzeugt, die an den Positionsdatenmanager übergeben werden.

In Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Steuerprogramm die Scrolleinrichtung, die mit einer hardwaremäßig ausgestalteten Triggerkarte zusammenwirkt, wobei die Triggerkarte mit Positionssensoren verbunden ist, die
20 Daten über die tatsächliche Position der Belichtungseinheit liefern, wobei die Triggerkarte den Datenfluss vom Zwischenspeicher zum Lichtmodulator-synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit steuert und ein Handshake zwischen Triggerkarte und Motorsteuerung die Motorsteuerung veranlasst, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten aus dem Positionsdatenmanager abzurufen und die
25 Servomotoren entsprechend anzusteuern. Die Darstellung der Triggerfunktionen mittels einer hardwaremäßigen Triggerkarte garantiert eine schnelle Ablaufsteuerung in Echtzeit, die mit einer direkten softwaremäßigen Darstellung nicht möglich wäre.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Scrolleinrichtung mit dem Bilddatenmanager derart zusammenwirkt, dass die stufenweise Übertragung der

Bilddaten vom Bilddatenmanager zum Zwischenspeicher immer dann erfolgt, wenn aus dem jeweiligen Teilspeicher gerade keine Daten für die Ansteuerung des Lichtmodulators entnommen werden. Dadurch erhält man eine zweckmäßige Synchronisation der streifenweisen Übertragung der Bilddaten aus dem Computer zur Belichtungseinheit.

Aus dem Bereich der Fotofinishing-Geräte zur Belichtung von Fotopapier sind Belichter mit Scrolling-Funktion bekannt, bei denen die Einschaltdauer des Lichtmodulatorpixels sehr klein ist im Verhältnis zu der Zeit zum Überfahren eines Pixels bei gegebener Relativgeschwindigkeit zwischen Lichtmodulator und zu belichtender Unterlage. Durch die relativ kurze Einschaltdauer vermeidet man das Verschmieren der Kanten der Pixel und erreicht somit eine schärfere Darstellung. Die kurzen Einschaltdauern sind nur deshalb zu vertreten, weil das Fotopapier hochlichtempfindlich ist.

Bei der Belichtung von vielen anderen lichtempfindlichen Materialien wie zum Beispiel Druckplatten oder Siebdruckschablonen hingegen hat man nur eine sehr geringe Lichtempfindlichkeit. Deshalb führt eine im Verhältnis zur Fahrzeit beim Überfahren eines Pixels relativ kurze Einschaltdauer zur einer insgesamt sehr langen Bearbeitungszeit für die gesamte Fläche des lichtempfindlichen Materials. Zur Verkürzung der Bearbeitungszeit muss daher bei der Belichtung das Verhältnis von Einschaltzeit zu Fahrzeit möglichst groß gewählt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung sieht daher vor, dass die Belichtungszeit für ein Pixel gleich der Fahrzeit ist, die die Belichtungseinheit zum Überfahren einer Pixelbreite benötigt. Dabei kommt es überraschenderweise nicht zum Verschmieren der Pixelkanten, wie sich in Versuchen herausgestellt hat. Eine Erklärung hierfür könnte die relative steile Gamma-Kurve und das Entwicklungsverfahren für solche gering lichtempfindlichen Materialien bieten.

Zur Vermeidung sichtbarer Übergänge von einem Bildstreifen zum benachbarten Bildstreifen wird vorgeschlagen, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Streifen

derart erfolgt, dass sich die Streifen teilweise überlappen und das die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro Pixel zu den Rändern der Streifen hin abnehmend angeordnet ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Fläche des lichtempfindlichen Materials ergibt. Auch ohne eine teilweise Überlappung, also bei direkter Aneinanderreihung von Belichtungsstreifen ist mit der Notwendigkeit zu rechnen, den optischen Eindruck der linken und rechten Bildstreifenkante anzugleichen. Auch dies kann über die Reduzierung der Lichtmenge für einzelne Spalten des Bildstreifens geschehen. Für die Reduzierung der Lichtmenge in den Randbereichen der Streifen kann entweder eine reduzierte Lichtintensität bei gleichbleibender Belichtungszeit oder eine reduzierte Belichtungszeit bei gleichbleibender Lichtintensität angewandt werden. Insbesondere bei Mikrospiegelanordnungen (DMD) kann die Lichtintensität nur digital geschaltet werden. Dies bedeutet entweder 100 Prozent eingeschaltet oder ganz ausgeschaltet. Deshalb kommt hier nur die Steuerung der Lichtmenge durch verkürzte Belichtungszeit in Frage. Dies wiederum kann durch verkürzte Einschaltzeiten aller in Bewegungsrichtung der Belichtungseinheit hintereinander angeordneten Pixel des Lichtmodulators geschehen oder im Falle des DMDs nur bei gleichbleibenden Einschaltzeiten durch Reduzierung der insgesamt an der Belichtung beteiligten in Fahrtrichtung liegenden Pixel. Die quantitative Beschreibung der Anzeigeveränderung wird als Overlay bezeichnet.

Zur Erfindung gehört auch ein Verfahren zur Belichtung von lichtempfindlichen Materialien unter Verwendung der vorbeschriebenen Belichtungsvorrichtung, bei dem die Bilddaten und Positions- bzw. Geschwindigkeitsdaten wie oben beschrieben erzeugt und weiterverarbeitet werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur zeigt:

Figur 1: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung

In der Figur 1 erkennt man eine Steuervorrichtung 1, die durch einen Rahmen dargestellt ist. Die Steuervorrichtung 1 besteht aus einem Computer mit einem Bildspeicher 2, einem Steuerprogramm und einer Triggerkarte 3. Das Steuerprogramm besteht aus einem Belichtungsdatenmanager 4, der die höchste
5 Programmebene darstellt, einem Positionsdatenmanager 5, einem Bilddatenmanager 6 und einer Scrolleinrichtung 7. Die Datenflüsse sind mittels Pfeilen angedeutet.

Außerhalb der Steuervorrichtung 1 ist eine Belichtungseinheit 8 vorgesehen, die mittels zweier Servomotoren, von denen in der Figur 1 nur ein Servomotor 9
10 dargestellt ist, über der Oberfläche einer zu belichtenden Druckplatte 10 zweidimensional verschiebbar angeordnet ist. Der Servomotor 9 ist als Linearmotor ausgestaltet und über eine Steuerleitung 11 mit einer Motorsteuerung 12 verbunden. Dasselbe gilt für den anderen, nicht dargestellten Servomotor. Ein
15 Positionssensor 13 erzeugt Positionsdaten zur jeweiligen Position der Belichtungseinheit 8 und überträgt diese über eine Signalleitung 14 zur Motorsteuerung 12 und über eine weitere Signalleitung 15 zur Triggerkarte 3. Entsprechendes gilt für einen nicht dargestellten Positionssensor zur Erzeugung von Positionsdaten der anderen Positionskoordinate.

Die Belichtungseinheit 8 enthält einen Zwischenspeicher 16, der aus zwei
20 Teilspeichern 17, 18 besteht. Der Zwischenspeicher 16 wird über eine Datenleitung 19 aus der Steuervorrichtung 1 (Computer) mit Bilddaten und Overlaydaten versorgt. Weiterhin ist der Zwischenspeicher 16 über eine Triggerleitung 20 mit der Triggerkarte 3 verbunden. Schließlich steht der
25 Zwischenspeicher 16 auch mit einem Lichtmodulator 21, im vorliegenden Fall ein DMD, in Verbindung. Das Licht einer Lichtquelle fällt auf den Lichtmodulator 21, welcher das modulierte Licht in eine Abbildungsoptik 23 lenkt. Die Abbildungsoptik 23 projiziert ein Teilbild 24 auf das lichtempfindliche Material 10. Die Belichtung des lichtempfindlichen Materials 10 erfolgt streifenweise, wobei zwei Streifen 25, 26 als Beispiel hervorgehoben sind.

Am Belichtungsprozess sind im Wesentlichen drei Instanzen beteiligt. Zum einen muss die Belichtungseinheit 8 positioniert werden. Die Softwareinstanz hierfür ist der Positionsdatenmanager 5, die zugehörige Hardware wird durch die Motorsteuerung 12 im Zusammenwirken mit den Linearmotoren 9 und den Positionssensoren 13 dargestellt.

Zum zweiten müssen die Bilddaten zur Anzeige gebracht werden. Die Softwareinstanz hierfür ist der Bilddatenmanager 6, die zugehörige Hardware ist der Zwischenspeicher 16 in der Belichtungseinheit 8.

Zum dritten muss die Bewegung der Belichtungseinheit 8 und der Datenfluss der Bilddaten synchronisiert werden. Die Softwareinstanz hierfür ist die Scrolleinrichtung 7, die zugehörige Hardware findet man in der Triggerkarte 3, die in den Computer eingebaut ist, welcher hier als Steuervorrichtung 1 dient.

Die Triggerkarte 3 hat einen Eingang für die Signalleitung 15 zur Übertragung der Positionsdaten des Positionssensors 13, der die aktuelle Position der Belichtungseinheit 8 mit einer Auflösung von $0,1 \mu\text{m}$ zur Verfügung stellt.

Weiterhin verfügt die Triggerkarte 3 über einen nicht gezeigten Speicher, in dem Anweisungen für mindestens die Belichtung eines kompletten Streifens 25, 26 mit den Abmessungen „Lichtmodulatorbreite mal Bildbreite auf dem lichtempfindlichen Material 10“ abgelegt werden können. Die Abarbeitung dieser Anweisungen geschieht mit Echtzeitauflösung von 33 MHz in einem FPGA auf der Triggerkarte 3. Dabei können abhängig von der Position der Belichtungseinheit 8, der Systemzeit und dem aktuellen Zustand der Eingangsleitungen die Ausgänge der Triggerkarte individuell geschaltet werden.

Die Bildinformation ist beim Scrollingprozess in hohem Maße redundant. Die Overlaydaten bleiben für alle Einzelbelichtungen dieselben. Bei jeder Einzelbelichtung entfällt nur eine Zeile der Bilddaten des gesamten Teilbildes 24. Die anderen Zeilen rücken jeweils um eine Position auf und die freiwerdende Zeile am Ende erhält neue Daten vom Zwischenspeicher 16. Dabei werden die Bilddaten beispielsweise zur Belichtung eines Bildstreifens 25 aus einem

Teilspeicher 17 bzw. 18 entnommen und mit den ebenfalls im Zwischenspeicher abgelegten Overlayinformationen verknüpft, während der andere Teilspeicher 18 bzw. 17 über die Datenleitung 19 jeweils mit neuen Bildinformationen für den nachfolgend zu belichtenden Bildstreifen 26 versorgt wird. Da die schnelle
5 Datenübertragung allein auf einer Platine in der Belichtungseinheit 8 erfolgt, ist eine dauerhafte Datenrate von 64Bit x 120 MHz möglich.

Im Belichtungsdatenmanager 4 werden die Daten aus dem Bildspeicher 2 analysiert und an die einzelnen Unterprogramme weiterverteilt. Der Positionsdatenmanager erhält dabei eine Liste von Positionen, Geschwindigkeiten
10 bzw. Geschwindigkeitskurven, die nacheinander angefahren werden müssen. Der Bilddatenmanager 6 erhält die Bilddaten, die im Lichtmodulator 21 dargestellt werden müssen und die Overlaydaten, die dabei angewendet werden sollen. Die Scrolleinrichtung 7 erhält die Information zur Startfreigabe der Servomotoren 9 und der punktgenauen Auslösung der Belichtungen. Der Datenfluss ist dabei
15 jeweils über einen FIFO-Puffer realisiert, so dass der Belichtungsdatenmanager 4 die Daten vorverarbeiten kann und während der Belichtung keine Engpässe auftreten.

Positionsdatenmanager 5, Bilddatenmanager 6 und Scrolleinrichtung 7 versorgen die leerlaufenden Speicher von Motorsteuerung 12, Zwischenspeicher 16 und
20 Triggerkarte 3 fortlaufend mit neuen Daten.

Die Motorsteuerung 12 und der Zwischenspeicher 16 werden über die Datenleitungen 27 und 19 zwar mit Daten versorgt, jedoch nicht über den Zeitpunkt der Verwendung bzw. Weiterleitung der jeweiligen Daten unterrichtet. Diese Funktion übernimmt die Triggerkarte 3. Zwischen der Motorsteuerung 12
25 und der Triggerkarte 3 ist daher eine Handshake-Leitung 28 vorgesehen, über die einerseits die Triggerkarte 3 das Vorhandensein eines neuen Fahrbefehls und den Abschluss des Fahrbefehls erfährt. Andererseits gibt die Triggerkarte 3 über die Handshake-Leitung 28 die Freigabe an die Motorsteuerung 12 zur Ausführung des jeweiligen Fahrbefehls.

Die Triggerleitung 20 zwischen der Triggerkarte 3 und dem Zwischenspeicher 16 überträgt Triggerimpulse, die jeweils die Übertragung des nächsten Teilbildes 24 vom Zwischenspeicher 16 zum Lichtmodulator 21 auslösen. Zur Belichtung eines Bildstreifens 25, 26 steht die Belichtungseinheit 8 am Anfang des Bildstreifens 25 und die Motorsteuerung 12 erhält als neue Zielposition die Endposition des Bildstreifens 25. Der Zwischenspeicher 16 erhält nacheinander die Bilddaten der nacheinander zu belichtenden Bildstreifen 25, 26. Außerdem erhält er Informationen darüber, in welchen Speicherpositionen die einzelnen nacheinander auf den Lichtmodulator 21 zu übertragenden Bilder und die jeweils zu verwendenden Overlaydaten abgelegt sind. Die Triggerkarte 3 erhält Informationen darüber, an welchen Positionen die einzelnen Bildzeilen belichtet werden müssen.

Die Triggerkarte 3 stellt das Vorhandensein aller Informationen fest und löst daraufhin die Positionierung der Belichtungseinheit 8 per Handshake mit der Motorsteuerung 12 aus. Mit Erreichen jeder vorprogrammierten Position wird ein entsprechender Impuls auf der Triggerleitung 20 ausgegeben, so dass die Belichtung synchronisiert mit der Bewegung erfolgt. Dabei wird abgezählt für jedes im Zwischenspeicher 16 abgelegte Bild ein Triggerimpuls erzeugt.

Während ein solcher Scrollvorgang abläuft, wird der jeweils nicht für die Übertragung von Daten auf den Lichtmodulator 21 verwendete Teilspeicher 17 bzw. 18 parallel mit den Bildinformationen für den nächsten Bildstreifen 26 geladen, so dass die Belichtung des nächsten Bildstreifens 26 gleich anschließend an die Belichtung des vorhergehenden Bildstreifens 25 erfolgen kann.

BEZUGSZEICHENLISTE

1. Steuervorrichtung
2. Bildspeicher
- 5 3. Triggerkarte
4. Belichtungsdatenmanager
5. Positionsdatenmanager
6. Bilddatenmanager
7. Scrolleinrichtung
- 10 8. Belichtungseinheit
9. Servomotor
10. lichtempfindliches Material
11. Steuerleitung
12. Motorsteuerung
- 15 13. Positionssensor
14. Signalleitung
15. Signalleitung
16. Zwischenspeicher
17. Teilspeicher
- 20 18. Teilspeicher
19. Datenleitung
20. Triggerleitung
21. Lichtmodulator
22. Lichtquelle
- 25 23. Abbildungsoptik
24. Teilbild
25. Bildstreifen
26. Bildstreifen
27. Datenleitung
- 30 28. Hand-shake-Leitung

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum digitalen Belichten von lichtempfindlichen Materialien, mit einem elektronischen Bildspeicher (2) zum Speichern einer Bildvorlage, mit einer Belichtungseinheit (8), die vorzugsweise eine Lichtquelle (22),
5 einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator (21) zur Darstellung eines Teilbildes (24) der Bildvorlage und eine Abbildungsoptik (23) zur Projektion des Teilbildes (24) auf das lichtempfindliche Material (10) umfasst, mit einer aus Motoren (9) und einer Motorsteuerung (12) bestehenden Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit
10 (8) parallel zur Oberfläche des lichtempfindlichen Materials (10), mit einer Scrolleinrichtung (7) zum Scrollen eines Bildstreifens (25, 26) der Bildvorlage durch den Lichtmodulator (21) und einer Steuervorrichtung (1) zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung (9, 12) mit der Scrolleinrichtung (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein schneller
15 Zwischenspeicher (16) zum Speichern eines streifenförmigen Bereichs (25, 26) der Bildvorlage vorgesehen ist, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild (24) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) auf den Lichtmodulator (21) übertragbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der
20 Zwischenspeicher (16) in der Belichtungseinheit (8) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenspeicher (16) zwei Teilspeicher (17, 18) für die Speicherung von zwei Bildstreifen (25, 26) der Bildvorlage umfasst und dass während der Übertragung der Daten aus einem ersten Teilspeicher (17) zum
25 Lichtmodulator (21) für die Belichtung eines ersten Bildstreifens (25) die Daten für die Belichtung des nächsten Bildstreifens (26) der Bildvorlage vom Bildspeicher (2) zum zweiten Teilspeicher (18) übertragbar sind.

-
4. Vorrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (1) aus einem Computer mit einem Steuerprogramm besteht, wobei auch der Bildspeicher (2) im Computer untergebracht ist.
- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuerprogramm einen Belichtungsdatenmanager (4), einen Bilddatenmanager (6) und einen Positionsdatenmanager (5) umfasst, wobei die Bilddaten des Bildspeichers (2) durch den Belichtungsdatenmanager (4) in für die streifenweise Belichtung geeignete Datenpakete aufgeteilt und an den Bilddatenmanager (6)
- 10 übergeben werden, wobei der Belichtungsdatenmanager (4) Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten für die Motorsteuerung (12) erzeugt, die an den Positionsdatenmanager (5) übergeben werden.
- 15 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (1) die Scrolleinrichtung (7) umfasst, die mit einer hardwaremäßig ausgestalteten Triggerkarte (3) zusammenwirkt, dass die Triggerkarte (3) mit Positionssensoren (13) verbunden ist, die Daten über die tatsächliche Position der Belichtungseinheit (8) liefern, und dass die Triggerkarte (3) den Datenfluss vom Zwischenspeicher (16) zum
- 20 Lichtmodulator (21) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) steuert, wobei ein Handshake (28) zwischen Triggerkarte (3) und Motorsteuerung (12) die Motorsteuerung (12) veranlasst, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten aus dem Positionsdatenmanager (5) abzurufen und die Servomotoren (9) entsprechend anzusteuern.
- 25 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Scrolleinrichtung (7) mit dem Bilddatenmanager (6) derart zusammenwirkt, dass die streifenweise Übertragung der Bilddaten vom Bilddatenmanager (6) zum Zwischenspeicher (16) immer dann erfolgt,

wenn aus dem jeweiligen Teilspeicher (17, 18) gerade keine Daten für die Ansteuerung des Lichtmodulators (21) entnommen werden.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belichtungszeit für ein Pixel ungefähr gleich der Fahrzeit ist, die die Belichtungseinheit (8) zum Überfahren einer Pixelbreite benötigt.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass sich die Bildstreifen (25, 26) teilweise überlappen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte zu den Rändern der Bildstreifen (25, 26) hin abnehmend angeordnet ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass die Bildstreifen (25, 26) nahtlos aneinander stoßen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte so eingestellt wird, dass der optische Eindruck des linken und rechten Randes der Bildstreifen (25, 26) identisch ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.
11. Verfahren zum digitalen Belichten von lichtempfindlichen Materialien unter Verwendung einer Vorrichtung mit einem elektronischen Bildspeicher (2) zum Speichern einer Bildvorlage, mit einer Belichtungseinheit (8), die vorzugsweise eine Lichtquelle (22), einen elektronisch ansteuerbaren Lichtmodulator (21) zur Darstellung eines Teilbildes (24) der Bildvorlage und eine Abbildungsoptik (23) zur Projektion des Teilbildes (24) auf das lichtempfindliche Material (10) umfasst, mit einer aus Motoren (9) und einer Motorsteuerung (12) bestehenden Antriebsvorrichtung zur Bewegung der Belichtungseinheit (8) parallel zur Oberfläche des

-
- lichtempfindlichen Materials (10), mit einer Scrolleinrichtung (7) zum Scrollen eines Bildstreifens (25, 26) der Bildvorlage durch den Lichtmodulator (21) und einer Steuervorrichtung (1) zur Synchronisierung der Antriebsvorrichtung (9, 12) mit der Scrolleinrichtung (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren die Verwendung eines schnellen Zwischenspeichers (16) umfasst, in dem ein streifenförmiger Bereich (25, 26) der Bildvorlage gespeichert wird, aus dem die Bilddaten für das jeweils zu belichtende Teilbild (24) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) auf den Lichtmodulator (21) übertragen werden.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zwischenspeicher (16) zwei Teilspeicher (17, 18) für die Speicherung von zwei Bildstreifen (25, 26) der Bildvorlage umfasst und dass während der Übertragung der Daten aus einem ersten Teilspeicher (17) zum
- 15 Daten für die Belichtung des nächsten Bildstreifens (26) der Bildvorlage vom Bildspeicher (2) zum zweiten Teilspeicher (18) übertragen werden.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuerprogramm einen Belichtungsdatenmanager (4), einen Bilddatenmanager (6) und einen Positionsdatenmanager (5) umfasst, dass die Bilddaten des Bildspeichers (2) durch den
- 25 Belichtungsdatenmanager (4) in für die streifenweise Belichtung geeignete Datenpakete aufgeteilt und an den Bilddatenmanager (6) übergeben werden, wobei der Belichtungsdatenmanager (4) Positionsdaten und Geschwindigkeitsdaten für die Motorsteuerung (12) erzeugt, die an den Positionsdatenmanager (5) übergeben werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (1) die Scrolleinrichtung (7) umfasst, dass die Scrolleinrichtung (7) mit einer hardwaremäßig ausgestalteten Triggerkarte (3) zusammenwirkt, die mit Positionssensoren (13) verbunden ist, dass

die Positionssensoren (13) Daten über die tatsächliche Position der Belichtungseinheit (8) liefern, und dass die Triggerkarte (3) den Datenfluss vom Zwischenspeicher (16) zum Lichtmodulator (21) synchron mit der Bewegung der Belichtungseinheit (8) steuert, wobei ein

5 Handshake (28) zwischen Triggerkarte (3) und Motorsteuerung (12) die Motorsteuerung (12) veranlasst, die Positions- und Geschwindigkeitsdaten aus dem Positionsdatenmanager (5) abzurufen und die Servomotoren (9) entsprechend anzusteuern.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die

10 Scrolleinrichtung (7) mit dem Bilddatenmanager (6) derart zusammenwirkt, dass die streifenweise Übertragung der Bilddaten vom Bilddatenmanager (6) zum Zwischenspeicher (16) immer dann erfolgt, wenn aus dem jeweiligen Teilspeicher (17, 18) gerade keine Daten für die Ansteuerung des Lichtmodulators (21) entnommen werden.

15 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belichtungszeit für ein Pixel ungefähr gleich der Fahrzeit ist, die die Belichtungseinheit (8) zum Überfahren einer Pixelbreite benötigt.

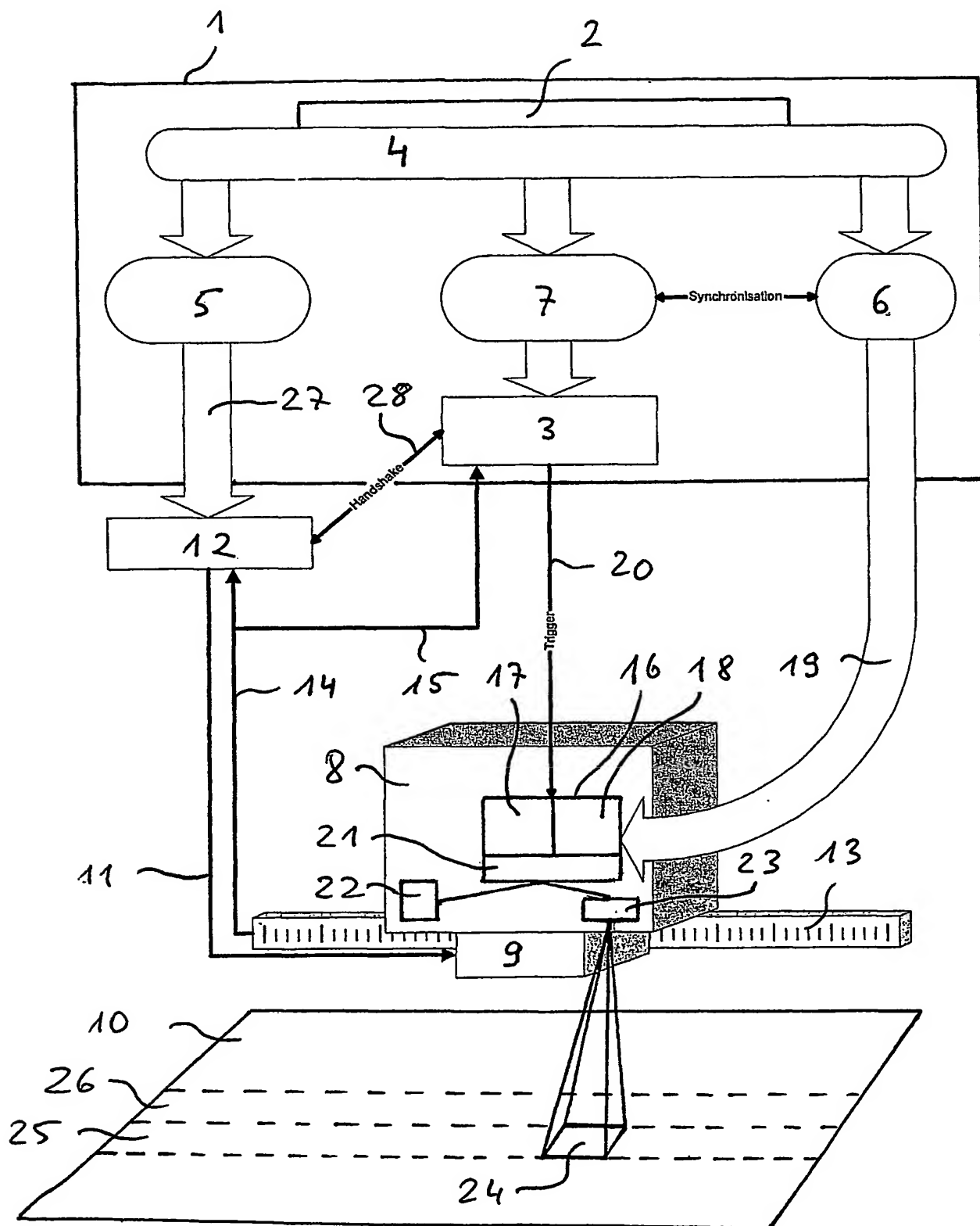
20 17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass sich die Bildstreifen (25, 26) teilweise überlappen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte zu den Rändern der Bildstreifen (25, 26) hin abnehmend angeordnet ist, so dass sich eine gleichmäßige

25 Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufteilung der Bildvorlage in Bildstreifen derart erfolgt, dass die Bildstreifen (25, 26) nahtlos aneinander stoßen und dass die zur Belichtung dienende Lichtmenge pro

in Scrollrichtung orientierter Pixelspalte so eingestellt wird, dass der optische Eindruck des linken und rechten Randes der Bildstreifen (25, 26) identisch ist, so dass sich eine gleichmäßige Belichtung der gesamten Druckplatte (10) ergibt.

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K15/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G06K H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 249 306 B1 (ISONO KOICHI ET AL) 19 June 2001 (2001-06-19) column 6, line 39 -column 7, line 2; figure 2	1,3,4,8, 11,12,16
X	US 2001/048460 A1 (UEMURA TAKAYUKI) 6 December 2001 (2001-12-06) paragraph '0020! - paragraph '0037!; figure 3	1,11
A	EP 0 750 418 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 27 December 1996 (1996-12-27) column 7, line 34 -column 8, line 1 column 10, line 20 -column 11, line 7; figures	1,11
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 February 2004

Date of mailing of the international search report

18/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gélébart, Y

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12252

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/021493 A1 (WADA KOJI ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) paragraph '0042! - paragraph '0052!; claims; figure 2 -----	1,11
A	DE 199 44 760 A (BASYS PRINT GMBH SYSTEME FUER ;TOYO INK MFG CO (JP)) 22 March 2001 (2001-03-22) cited in the application abstract; claims -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/12252

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6249306	B1	19-06-2001	JP 2000043317 A	15-02-2000
US 2001048460	A1	06-12-2001	JP 2001341344 A	11-12-2001
EP 0750418	A	27-12-1996	US 5699168 A	16-12-1997
			DE 69615822 D1	15-11-2001
			DE 69615822 T2	02-05-2002
			DE 69615939 D1	22-11-2001
			DE 69615939 T2	16-05-2002
			DE 69617914 D1	24-01-2002
			DE 69617914 T2	27-06-2002
			EP 1069759 A2	17-01-2001
			EP 0750418 A2	27-12-1996
			EP 0810775 A2	03-12-1997
			EP 0809391 A2	26-11-1997
			JP 9130607 A	16-05-1997
			US 5719682 A	17-02-1998
			US 5721622 A	24-02-1998
US 2003021493	A1	30-01-2003	JP 2003011430 A	15-01-2003
DE 19944760	A	22-03-2001	DE 19944760 A1	22-03-2001
			AT 240213 T	15-05-2003
			CA 2383827 A1	29-03-2001
			DE 50002207 D1	18-06-2003
			WO 0121413 A1	29-03-2001
			EP 1212198 A1	12-06-2002

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12252

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06K15/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06K H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 249 306 B1 (ISONO KOICHI ET AL) 19. Juni 2001 (2001-06-19) Spalte 6, Zeile 39 - Spalte 7, Zeile 2; Abbildung 2	1,3,4,8, 11,12,16
X	US 2001/048460 A1 (UEMURA TAKAYUKI) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) Absatz '0020! - Absatz '0037!; Abbildung 3	1,11
A	EP 0 750 418 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 27. Dezember 1996 (1996-12-27) Spalte 7, Zeile 34 - Spalte 8, Zeile 1 Spalte 10, Zeile 20 - Spalte 11, Zeile 7; Abbildungen	1,11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gélébart, Y

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/021493 A1 (WADA KOJI ET AL) 30. Januar 2003 (2003-01-30) Absatz '0042! - Absatz '0052!; Ansprüche; Abbildung 2	1,11
A	DE 199 44 760 A (BASYS PRINT GMBH SYSTEME FUER ;TOYO INK MFG CO (JP)) 22. März 2001 (2001-03-22) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Ansprüche	1,11

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12252

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6249306 B1	19-06-2001	JP 2000043317 A	15-02-2000
US 2001048460 A1	06-12-2001	JP 2001341344 A	11-12-2001
EP 0750418 A	27-12-1996	US 5699168 A	16-12-1997
		DE 69615822 D1	15-11-2001
		DE 69615822 T2	02-05-2002
		DE 69615939 D1	22-11-2001
		DE 69615939 T2	16-05-2002
		DE 69617914 D1	24-01-2002
		DE 69617914 T2	27-06-2002
		EP 1069759 A2	17-01-2001
		EP 0750418 A2	27-12-1996
		EP 0810775 A2	03-12-1997
		EP 0809391 A2	26-11-1997
		JP 9130607 A	16-05-1997
		US 5719682 A	17-02-1998
		US 5721622 A	24-02-1998
US 2003021493 A1	30-01-2003	JP 2003011430 A	15-01-2003
DE 19944760 A	22-03-2001	DE 19944760 A1	22-03-2001
		AT 240213 T	15-05-2003
		CA 2383827 A1	29-03-2001
		DE 50002207 D1	18-06-2003
		WO 0121413 A1	29-03-2001
		EP 1212198 A1	12-06-2002